

"Express Mail" mailing label number EV 327 137 076 US  
Date of Deposit 10/21/03

Our File No. 9281-4685  
Client Reference No. N US02174

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Haruhiko Fujimoto et al. )  
Serial No. To Be Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For: Surface Acoustic Wave Device Having )  
High Dielectric Strength And Process )  
For Manufacturing The Same )

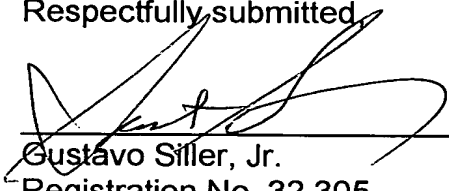
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application Nos. 2002-318104 filed on October 31, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted

  
Gustavo Siller, Jr.  
Registration No. 32,305  
Attorney for Applicants  
Customer Number 00757

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月 3 1 日  
Date of Application:

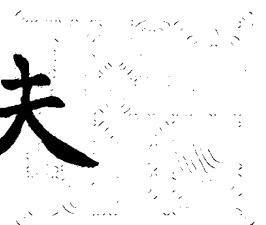
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 3 1 8 1 0 4  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 3 1 8 1 0 4 ]

出      願      人            アルプス電気株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 5 8 6 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 021233AL

【提出日】 平成14年10月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/145

【発明の名称】 弾性表面波素子及びその製造方法

【請求項の数】 18

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 藤本 晴彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 和賀 聡

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 佐藤 崇

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 尾崎 恭輔

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 松尾 裕

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 池田 剛

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 金子 一明

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 工藤 拓夫

## 【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

## 【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041070

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 弾性表面波素子及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板と、前記圧電基板上に薄膜形成された電極部を有する弾性表面波素子において、

前記電極部は、くし歯状電極部及び前記くし歯状電極部に接続された接続電極部を有し、前記くし歯状電極部は、Ta からなる第 1 下地層と、前記第 1 下地層の上面に接して積層された Cu 層または CuM 合金層（ただし、元素 M は Ag、Sn、C のいずれか 1 種または 2 種以上である）を有することを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】 前記 Cu 層または CuM 合金層は、(111) 方位に配向した結晶構造を有する請求項 1 記載の弾性表面波素子。

【請求項 3】 前記 Cu 層または CuM 合金層の平均結晶粒径は、10 nm ～ 100 nm である請求項 1 または 2 記載の弾性表面波素子。

【請求項 4】 前記 CuM 合金層は、結晶構造が面心立方格子構造である結晶粒を有し、結晶粒界に元素 M が析出している請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 5】 元素 M は Ag であり、前記 CuM 合金層中の Ag 含有量が、0.5 質量%以上で 10 質量%以下である請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 6】 元素 M は Ag であり、前記 CuM 合金層中の Ag 含有量が、0.8 質量%以上で 10 質量%以下である請求項 5 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 7】 前記第 1 下地層の下面に接する第 2 下地層が設けられており、前記第 2 下地層は Ti 及び／または Ti 酸化物からなる請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 8】 前記第 2 下地層は、Ti のみからなる領域の上に Ti 酸化物が形成されたものであり、前記 Ti 酸化物の酸素含有量は、前記第 2 下地層の下面側から上面側に向かうにつれて徐々に増加している請求項 7 記載の弾性表面波素子。

【請求項 9】 前記第 1 下地層の膜厚は、5 nm 以上で 15 nm 以下である請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 10】 前記第 2 下地層の膜厚は 3 nm 以上で 15 nm 以下である請求項 7 または 8 記載の弾性表面波素子。

【請求項 11】 前記 Cu 層または CuM 合金層の膜厚は、30 nm 以上で 150 nm 以下である請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 12】 前記 Cu 層または前記 CuM 合金層の上に、Cr からなる保護層が形成されている請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項 13】 以下の工程を有することを特徴とする弾性表面波素子の製造方法、

- (a) 圧電基板上に、Ta からなる第 1 下地層と Cu 層を有する多層膜、または前記第 1 下地層と CuM 合金層（ただし、元素 M は Ag、Sn、C のいずれか 1 種または 2 種以上である）を有する多層膜を、連続成膜する工程と、
- (b) 前記多層膜をパターン形成して、くし歯状電極部を形成する工程と、
- (c) 前記くし歯状電極部に接続される接続電極部を形成する工程と、
- (d) 前記くし歯状電極部及び前記接続電極部が形成された圧電基板を熱処理する工程。

【請求項 14】 前記 (a) 工程の代わりに、

- (e) 圧電基板上に、Ti からなる第 2 下地層を成膜した後、この第 2 下地層を大気中に暴露する工程と、
- (f) 前記第 2 下地層上に、Ta からなる第 1 下地層と Cu 層を連続成膜する工程、または Ta からなる第 1 下地層と CuM 合金層（ただし、元素 M は Ag、Sn、C のいずれか 1 種または 2 種以上である）を連続成膜する工程を有する請求項 13 記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 15】 前記 (a) 工程または前記 (f) 工程において、前記 Cu 層または前記 CuM 合金層の上に Cr からなる保護層を形成する請求項 13 または 14 に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項 16】 元素 M を Ag とし、前記 CuM 合金層中の Ag 含有量を、

0.5質量%以上で10質量%以下にする請求項13ないし15のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項17】 元素MをAgとし、前記CuM合金層中のAg含有量を、0.8質量%以上で10質量%以下にする請求項16に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項18】 前記(d)工程の熱処理温度を250℃以上300℃以下にする請求項13ないし17のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は高周波帯域において高い耐電力性を示すことのできる電極構造を有する弾性表面波素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

弾性表面波素子は機械的振動エネルギーが固体表面付近にのみ集中して伝播する弾性表面波を利用した電子部品であり、フィルタ、共振器またはデュプレクサなどを構成するために用いられる。

【0003】

近年、携帯電話などの移動体通信端末の小型化及び軽量化が急速に進んでおり、これらの移動体通信端末に実装される電子部品の小型化が要求されている。

【0004】

弾性表面波素子は、圧電基板の表面上に、導電性で比重の小さい材料からなる一対のくし歯状電極（IDT（インタディジタルトランスデューサ）電極）のくし歯の部分と、互い違いに並べて配置する構成を有している。このような単純な構造を有する弾性表面波素子は移動体通信端末に実装されるフィルタ、共振器またはデュプレクサを小型化するために非常に適した素子である。

【0005】

従来の弾性表面波素子のくし歯状電極部の材料には、導電性でかつ比重の小さなAl、またはAlを主成分とする合金が一般的に用いられてきた（特許文献1



）。

#### 【0006】

しかし、弾性表面波素子を、例えば、送信増幅器の後段に位置し、大きな電力が印加されるRF部（高周波部）のアンテナデュプレクサとして用いるためには、高い耐電力性が要求される。さらに、移動体通信端末の高周波化に伴い、弾性表面波素子の動作周波数を数百MHzから数GHzにすることも要求されている。

#### 【0007】

高周波化を図るには、弾性表面波素子のくし歯状電極のくし歯部の幅寸法及び間隔幅を小さくする必要がある。例えば、中心周波数2GHz帯フィルタでは前記幅寸法を約0.5μmに形成する必要がある、中心周波数10GHz帯フィルタでは前記幅寸法を約0.1μmに形成する必要がある。

#### 【0008】

このような、微細なくし歯状電極に高圧レベルの信号が印加されると、弾性表面波によってくし歯状電極が強い応力を受ける。この応力がくし歯状電極の限界応力を越えると、ストレスマイグレーションが発生する。ストレスマイグレーションとは、くし歯状電極を構成する金属材料原子が結晶粒界または結晶安定面を通路として移動し、くし歯状電極に空隙（ボイド）や突起（ヒロック）を生じさせる現象のことである。ストレスマイグレーションが発生すると、電極が破損し、電氣的断線の発生、素子の挿入損失の増加、共振子のQ低下などを引き起こし、弾性表面波素子の特性劣化に至る。

#### 【0009】

特に、特許文献1に記載されているような、AlまたはAlを主成分とする合金からなるくし歯状電極部を有する弾性表面波素子は、比抵抗が高くまた融点が低いため、くし歯状電極部を微細化したときの抵抗増加が著しくなり、また高周波化によって増大する応力に対する耐性が充分でなくなり、ストレスマイグレーションが発生しやすいという問題を有している。

#### 【0010】

また、くし歯状電極部をAlまたはAlを主成分とする合金によって形成する

代わりに、CuまたはCuを主成分とする合金によって形成することも提案されている。

#### 【0011】

例えば、特許文献2には、低抵抗でかつストレスマイグレーション耐性の高いCuまたはCuを主成分とする合金によって、弾性表面波素子のくし型電極部を形成することが記載されている。また、特許文献2にはCuまたはCu合金からなる層（第2電極層）の結晶配向性を向上させ、また第2電極層と圧電基板との密着性を向上させるために、圧電基板と第2電極層の間にTiまたはTi合金からなる第1の電極層を形成することも記載されている。

#### 【0012】

##### 【特許文献1】

特開2001-94382号公報（第3頁、第2図）

##### 【特許文献2】

特開2002-26685号公報（第3頁、第1図）

#### 【0013】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献2に記載されているように、TiまたはTi合金からなる第1の電極層の上に直接、CuまたはCu合金からなる第2電極層が積層される構造であると、第1の電極層と第2の電極層の界面付近で、TiとCuが相互に拡散してしまい、くし歯状電極部の抵抗値が増大してしまうという問題が生じる。くし歯状電極部の抵抗値が大きくなると、弾性表面波素子の内部損失が大きくなるだけでなく、ストレスマイグレーションも発生しやすくなる。

#### 【0014】

本発明は上記従来の課題を解決するためのものであり、くし歯状電極部の材料にCuまたはCu合金を使用するときの下地層にTaからなる層を形成することによって、耐電力性が向上する弾性表面波素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、圧電基板と、前記圧電基板上に薄膜形成された電極部を有する弾性表面波素子において、

前記電極部は、くし歯状電極部及び前記くし歯状電極部に接続された接続電極部を有し、前記くし歯状電極部は、Taからなる第1下地層と、前記第1下地層の上面に接して積層されたCu層またはCuM合金層（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）を有することを特徴とするものである。

#### 【0016】

本発明では、前記くし歯状電極部が、Cu層またはCuM合金層を有している。CuやCuM合金は、弾性表面波素子のくし歯状電極の材料に使われて来たAlやAl合金に比べて比抵抗が低くまた融点が高いため、くし歯状電極部を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合でもCu原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。すなわち、本発明の弾性表面波素子は、入力信号の周波数が高くなり、また入力電圧が大きくなったときの挿入損失の増加、及び素子特性の劣化を抑え素子寿命を長くすることが出来るものである。

#### 【0017】

特に、本発明では、Cu層またはCuM合金層が、Taからなる第1下地層の上面に積層されているため、Cu層またはCuM合金層に形成される結晶の配向性の向上及び平均結晶粒径の微細化を図ることができ、これによって弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性をよりいっそう向上させることができる。

#### 【0018】

弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を効果的に向上させるために、本発明では、前記Cu層またはCuM合金層は、(111)方位に結晶配向していることが好ましい。

#### 【0019】

さらに、前記Cu層またはCuM合金層の平均結晶粒径が、10nm以上で100nm以下の範囲であることが好ましい。

#### 【0020】

また、前記 C u M 合金層は、結晶構造が面心立方格子構造である結晶粒を有し、結晶粒界に元素 M が析出していることが好ましい。

#### 【 0 0 2 1 】

元素 M が結晶粒界に析出することによって、C u 元素の粒界拡散を抑制し、くし歯状電極部の強度が向上する。すなわち、高周波信号が入力されて、弾性表面波素子の機械的振動が大きくなっても、くし歯状電極部のストレスマイグレーションが抑えられ、破壊されにくくなる。また、結晶粒の結晶配向性が向上する。さらに、くし歯状電極層の抵抗値も小さくなる。

#### 【 0 0 2 2 】

なお、元素 M は例えば、A g である。このとき、前記 C u M 合金層中の A g 含有量が、0. 5 質量%以上で 1 0 質量%以下、より好ましくは 0. 8 質量%以上で 1 0 質量%以下であると、弾性表面波素子の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

#### 【 0 0 2 3 】

また、前記第 1 下地層の下面に接する第 2 下地層が設けられており、前記第 2 下地層は T i 及び／または T i 酸化物からなると、前記 C u 層または C u M 合金層の ( 1 1 1 ) 方位の結晶配向が強くなり、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性をよりいっそう向上させることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

なお、前記第 2 下地層は T i のみからなる領域の上に T i 酸化物が形成されたものであり、前記 T i 酸化物の酸素含有量は、前記第 2 下地層の下面側から上面側に向かうにつれて徐々に増加していることが好ましい。前記第 2 下地層の上面に形成される T i 酸化物は非晶質に近い構造になり、第 2 下地層の上に積層される前記第 1 下地層が前記第 2 下地層の結晶性の影響を受けにくくなる。すると、前記第 1 下地層の結晶粒径が小さくなり、前記第 1 下地層の上に積層される C u 層または C u M 合金層の結晶粒径も小さくなる。C u 層または C u M 合金層の結晶粒径が小さくなると、前記 C u 層または C u M 合金層の ( 1 1 1 ) 方位の結晶配向が強くなり、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性がより向上する。

**【0025】**

なお、前記圧電基板と前記CuまたはCuM合金層の間に、前記第1下地層のみが存在するときには、前記第1下地層の膜厚が、5nm以上で15nm以下であるときに、前記Cu層またはCuM合金層の(111)方位の結晶配向を強くすることができる。

**【0026】**

また、前記第1下地層の膜厚が厚くなりすぎると弾性表面波素子の高周波特性が劣化する。本発明のように、前記第1下地層の膜厚を15nm以下にすると高周波特性の劣化を抑えることができる。

**【0027】**

また、前記圧電基板と前記CuまたはCuM合金層の間に、前記第2下地層と前記第1下地層が存在するときには、前記第2下地層の膜厚が、3nm以上で15nm以下であるときに、前記Cu層またはCuM合金層の(111)方位の結晶配向を強くすることができる。

**【0028】**

また、前記Cu層またはCuM合金層の膜厚は、30nm以上で150nm以下であることが好ましい。

**【0029】**

さらに、前記Cu層または前記CuM合金層の上に、Crからなる保護層が形成されることにより、前記Cu層または前記CuM合金層の酸化及び腐蝕を抑えることができる。

**【0030】**

また、本発明の弾性表面波素子の製造方法は、以下の工程を有することを特徴とするものである。

- (a) 圧電基板上に、Taからなる第1下地層とCu層を有する多層膜、または前記第1下地層とCuM合金層（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）を有する多層膜を、連続成膜する工程と、
- (b) 前記多層膜をパターン形成して、くし歯状電極部を形成する工程と、
- (c) 前記くし歯状電極部に接続される接続電極部を形成する工程と、

(d) 前記くし歯状電極部及び前記接続電極部が形成された圧電基板を熱処理する工程。

#### 【0031】

本発明の弾性表面波素子の製造方法では、弾性表面波素子のくし歯状電極の材料にCuやCuM合金を用いているため、くし歯状電極部を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合でもCu原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

#### 【0032】

また、本発明では、Cu層またはCuM合金層をTaからなる第1下地層の上面に積層するため、Cu層またはCuM合金層に形成されるCu結晶の結晶配向性の向上及び平均結晶粒径の微細化を図ることができ、これによって弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性をよりいっそう向上させることができる。

#### 【0033】

特に、前記CuM合金層を用いるときには、前記(d)工程における熱処理によって、元素Mが結晶粒界に析出する。結晶粒界に析出した元素Mによって、Cu元素の粒界拡散が抑制され、くし歯状電極部の強度が向上する。すなわち、高周波信号が入力されて、弾性表面波素子の機械的振動が大きくなっても、くし歯状電極部のストレスマイグレーションが抑えられ、破壊されにくくなる。また、Cuの結晶粒の結晶配向性を向上する。さらに、くし歯状電極層の抵抗値も小さくなる。

#### 【0034】

なお、本発明では、前記(a)工程の代わりに、

(e) 圧電基板上に、Tiからなる第2下地層を成膜した後、この第2下地層を大気中に暴露する工程と、

(f) 前記第2下地層上に、Taからなる第1下地層とCu層を連続成膜する工程または、Taからなる第1下地層とCuM合金層（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）を連続成膜する工程を有してもよい。

**【0035】**

前記（e）工程において、第2下地層を大気中に暴露することによって、前記第2下地層を酸化させることができる。

**【0036】**

すると、前記第2下地層を、Tiのみからなる領域の上にTi酸化物が形成されたものであって、前記Ti酸化物の酸素含有量は、前記第2下地層の下面側から上面側に向かうにつれて徐々に増加しているものにできる。前記第2下地層の上面に形成されるTi酸化物は非晶質に近い構造になり、第2下地層の上に積層される前記第1下地層が前記第2下地層の結晶性の影響を受けにくくなる。すると、前記第1下地層の結晶粒径が小さくなって、さらに、前記第1下地層の上に積層されるCu層またはCuM合金層の結晶粒径が小さくなる。Cu層またはCuM合金層の結晶粒径が小さくなると、前記Cu層またはCuM合金層の（111）方位の結晶配向が強くなり、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性がより向上する。

**【0037】**

ただし、本発明では、前記（e）工程における第2下地層の大気暴露工程の温度、時間によって、第2下地層にTi酸化物が形成されなかったり、第2下地層の全てが酸化物となることがある。

**【0038】**

第2下地層にTi酸化物が形成されなくても、前記第2下地層と前記第1下地層との積層構造を形成することによって、前記第1下地層のみを形成する場合に比べて、前記Cu層またはCuM合金層の（111）方位の結晶配向をより強くさせることができる。

**【0039】**

また、前記（a）工程または前記（f）工程において、前記Cu層または前記CuM合金層の上にCrからなる保護層を形成することより、前記Cu層または前記CuM合金層の酸化及び腐蝕を抑えることができる。

**【0040】**

なお、元素Mは例えば、Agである。このとき、前記CuM合金層中のAg含

有量を、0.5質量%以上で10質量%以下、より好ましくは0.8質量%以上で10質量%以下にすると、弾性表面波素子の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

#### 【0041】

また、本発明では、前記（d）工程の熱処理温度を250℃以上300℃以下にすることより、弾性表面波素子の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

#### 【0042】

#### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施の形態の弾性表面波素子を示す平面図である。

#### 【0043】

符号11は弾性表面波素子を示しており、この弾性表面波素子は分波器としての機能を有している。符号12は、圧電基板を示している。本実施の形態では、圧電基板12はLiTaO<sub>3</sub>またはLiNbO<sub>3</sub>などの圧電セラミック材料によって形成されている。

#### 【0044】

圧電基板12上に、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14が形成されている。くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14には、それぞれ図示Y方向に延びるくし歯部13a、及び図示Y方向と逆方向に延びるくし歯部14aが形成されている。くし歯状電極部13のくし歯部13aとくし歯状電極部14のくし歯部14aは、所定の間隔をあけて図示X方向に互い違いに並べられている。

#### 【0045】

また、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14には、弾性表面波素子を外部の回路と接続するための接続電極部15、16が電氣的に接続されている。くし歯状電極部13と接続電極部15が電極部17を構成し、くし歯状電極部14と接続電極部16が電極部18を構成している。

#### 【0046】

さらに、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14の図示X方向と図示X方向の反対側に隣接して、反射電極19、19が形成されている。



## 【0047】

図2は、くし歯状電極部13及びくし歯状電極部14を、2-2線から切断し矢印方向から見た縦断面図である。

## 【0048】

本実施の形態では、くし歯状電極部13は、第2下地層20と、第2下地層20の上面に積層されたTaからなる第1下地層21と、第1下地層の上面に接して積層されたCuM合金層22（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）と、CuM合金層22の上に積層された保護層23からなる積層構造を有している。同様に、くし歯状電極部14も、第2下地層24と、Taからなる第1下地層25と、第1下地層25の上面に接して積層されたCuM合金層26（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）と、CuM合金層26の上に積層された保護層27からなる積層構造を有している。保護層23及び保護層27はCrによって形成されている。

## 【0049】

図1及び図2に示される実施の形態では、くし歯状電極部13とくし歯状電極部14は同じ幅寸法Wを有しており、間隔幅Pは一定の値である。くし歯状電極部13、14の幅寸法Wは $0.3\mu\text{m}$ 以上で $0.7\mu\text{m}$ 以下であり、間隔幅Pは $0.3\mu\text{m}$ 以上で $0.7\mu\text{m}$ 以下である。本実施の形態の弾性表面波素子の第2下地層20、24は主にTiによって形成されている。Tiからなる第2下地層20、24上にTaからなる第1下地層21、25を介して、CuM合金層22、26が積層されると、CuM合金層22、26の(111)方位の結晶配向が強くなる。この結果、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

## 【0050】

CuM合金層22、26の結晶配向性は、X線回折(XRD)法によって分析できる。弾性表面波素子11のCuM合金層22、26について、その結晶配向性をX線回折によって分析した結果、(111)方位の配向のみが検出され、他の配向は検出されなかった。

## 【0051】

また、第2下地層20、24と第1下地層21、25を有する構成であると、第2下地層と第1下地層の膜厚を小さくすることができ、くし歯状電極部13、14の電極質量を軽量化できる。電極質量が軽くなると弾性表面波素子のQ値が大きくなり、高周波特性が向上する。

#### 【0052】

また、本実施の形態の弾性表面波素子のように、第2下地層20とCuM合金層22の間に第1下地層21が介在し、第2下地層24とCuM合金層26の間に第1下地層25が介在していると、第2下地層20、24の構成元素がCuM合金層に拡散することが防止される。その結果、CuM合金層22、26は、材料が本来もつ低い比抵抗を維持でき、弾性表面波素子のQを高くできる。なお、Cuの比抵抗は、 $1.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ である。ちなみに、弾性表面波素子のくし歯状電極の材料としてこれまでよく用いられてきたAlの比抵抗は、 $2.7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ である。

#### 【0053】

また、CuM合金は、弾性表面波素子のくし歯状電極部の材料に使われて来たAlやAl合金に比べて融点が高いため、高周波化によって応力が増大した場合でもCu原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子11のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。すなわち、弾性表面波素子11に印加される入力信号の周波数が高くなり、また入力電圧が大きくなったときの挿入損失の増加、及び素子特性の劣化を抑え素子寿命を長くすることが出来る。

#### 【0054】

上述したように、CuM合金層22、26は、(111)方位に結晶配向している。さらに、CuM合金層22、26の平均結晶粒径が10nm以上で100nm以下の範囲である。CuM合金層22、26の結晶配向性が向上し、平均結晶粒径が微細化することにより、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を効果的に向上させることができる。

#### 【0055】

また、CuM合金層22、26は、結晶構造が面心立方格子構造である結晶粒を有し、結晶粒界に元素Mが析出していることが好ましい。

## 【0056】

元素Mが結晶粒界に析出することによって、Cu元素の粒界拡散を抑制し、くし歯状電極部13, 14の強度が向上する。すなわち、高周波信号が入力されて、弾性表面波素子11の機械的振動が大きくなっても、くし歯状電極部13, 14のストレスマイグレーションが抑えられ、破壊されにくくなる。また、Cuの結晶粒の結晶配向性も向上する。さらに、くし歯状電極層の抵抗値も小さくなる。

## 【0057】

なお、元素Mは、例えばAgである。このとき、CuM合金層中のAg含有量が0.5質量%以上で10質量%以下、より好ましくは0.8質量%以上で10質量%以下であると、弾性表面波素子11の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

## 【0058】

なお、CuM合金層22, 26の代わりにCu層が形成されていても、Cu層の下層に第1下地層21, 25及び第2下地層20, 24が形成されることにより、このCu層を(111)方位に結晶配向させることができる。さらに、Cu層の平均結晶粒径を、10nm以上で100nm以下の範囲にすることもできる。CuM合金層22, 26の結晶配向性が向上し、平均結晶粒径が微細化することにより、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を効果的に向上させることができる。

## 【0059】

また、Cuは比抵抗が低くまた融点が高いため、くし歯状電極部13, 14を微細化したときの抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合にもCu原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子11のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。ちなみにCuの融点は、1084℃であり、従来弾性表面波素子のくし歯状電極部の材料としてよく用いられてきたAlの融点は660℃である。

## 【0060】

また、圧電基板とCuまたはCuM合金層の間に、第2下地層20, 24と第

1 下地層 21, 25 が存在するときには、第 2 下地層 20, 24 の膜厚  $t_4$  が 3 nm 以上で 15 nm 以下であるときに、CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の (111) 方位の結晶配向を強くすることができる。

#### 【0061】

第 2 下地層 20, 24 が主に Ti によって形成されていると、圧電基板 12 とくし歯状電極部 13, 14 との密着性が良好になる。

#### 【0062】

なお、第 2 下地層 20, 24 は、Ti からなる層のみで形成されてもよいし、Ti 酸化物からなる層のみで形成されてもよい。

#### 【0063】

ただし、最も好ましいのは、第 2 下地層 20, 24 は、Ti のみからなる領域の上に Ti 酸化物が形成されたものであり、Ti 酸化物の酸素含有量が、第 2 下地層 20, 24 の下面側から上面側に向かうにつれて徐々に増加していることである。第 2 下地層 20, 24 の上面に形成される Ti 酸化物は非晶質に近い構造になり、第 2 下地層 20, 24 の上に積層される第 1 下地層 21, 25 が第 2 下地層 20, 24 の結晶性の影響を受けにくくなる。すると、第 1 下地層 21, 25 の結晶粒径が小さくなって、さらに、第 1 下地層 21, 25 の上に積層される CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の結晶粒径が小さくなる。CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の結晶粒径が小さくなると、CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の (111) 方位の結晶配向が強くなり、弾性表面波素子 11 のストレスマイグレーション耐性がより向上する。

#### 【0064】

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態の弾性表面波素子のくし歯状電極部の断面図である。

#### 【0065】

図 3 に示される弾性表面波素子は、くし歯状電極部のくし歯部 32 及びくし歯部 33 を構成する第 1 下地層 21, 25 の下面に接する第 2 下地層 20, 24 が形成されておらず、圧電基板 12 上に第 1 下地層 21, 25 が直接積層されている点で図 1 及び図 2 に示された弾性表面波素子と異なっている。

## 【0066】

くし歯部 32 及びくし歯部 33 は、図 2 に示される弾性表面波素子のくし歯部 13a 及びくし歯部 14a に相当しており、それぞれの平面形状は図 1 に示されるくし歯部 13a 及びくし歯部 14a の平面形状と同じである。また、図示しないが、第 2 の実施の形態の弾性表面波素子においても、図 1 に示される弾性表面波素子の接続電極部 17、18 及び反射電極部 19、19 と同じ構造の接続電極部及び反射電極部が設けられる。

## 【0067】

圧電基板 12 上に第 1 下地層 21、25 が直接積層される構成でも、第 1 下地層 21、25 の上に積層される CuM 合金層 22、26 を (111) 方位に結晶配向させることが可能である。さらに、CuM 合金層 22、26 の平均結晶粒径が、10 nm 以上で 100 nm 以下の範囲である。CuM 合金層 22、26 の結晶配向性が向上し、平均結晶粒径が微細化することにより、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を効果的に向上させることができる。

## 【0068】

本実施の形態でも、CuM 合金層 22、26 は、結晶構造が面心立方格子構造である結晶粒を有し、結晶粒界に元素 M が析出していることが好ましい。

## 【0069】

元素 M が結晶粒界に析出することによって、Cu 元素の粒界拡散を抑制し、くし歯状電極部の強度が向上する。すなわち、高周波信号が入力されて、弾性表面波素子の機械的振動が大きくなっても、くし歯状電極部のストレスマイグレーションが抑えられ、破壊されにくくなる。また、結晶粒の結晶配向性も向上する。さらに、くし歯状電極層の抵抗値も小さくなる。

## 【0070】

なお、元素 M は、例えば Ag である。このとき、CuM 合金層中の Ag 含有量が 0.5 質量% 以上で 10 質量% 以下、より好ましくは 0.5 質量% 以上で 10 質量% 以下であると、弾性表面波素子 11 の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

## 【0071】

なお、CuM合金層 22, 26 の代わりに Cu 層が形成されていても、Cu 層を、(111) 方位に結晶配向させることが可能である。さらに、Cu 層の平均結晶粒径を、10 nm 以上で 100 nm 以下にすることもできる。Cu 層の結晶配向性が向上し、平均結晶粒径が微細化することにより、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を効果的に向上させることができる。

#### 【0072】

また、Cu は比抵抗が低くまた融点が高いため、くし歯状電極部を微細化したときの抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合にも Cu 原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子 11 のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

#### 【0073】

なお、圧電基板と Cu または CuM 合金層の間に、第 1 下地層 21, 25 のみが存在するときには、第 1 下地層 21, 25 の膜厚  $t_1$  が、5 nm 以上で 15 nm 以下であるときに、特に CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の (111) 方位の結晶配向を強くすることができる。

#### 【0074】

また、図 2 及び図 3 において CuM 合金層 22, 26 の膜厚  $t_2$  は、30 nm 以上で 150 nm 以下であることが好ましい。

#### 【0075】

さらに、CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の上に、Cr からなる保護層 23, 27 が形成されることにより、CuM 合金層 22, 26 または Cu 層の酸化及び腐蝕を抑えることができる。保護層 23, 27 の膜厚  $t_3$  は 1 nm 以上で 10 nm 以下である。

#### 【0076】

図 2 に示された第 1 の実施の形態の弾性表面波素子の製造方法を説明する。

図 4 から図 7 は、弾性表面波素子の製造過程に於けるくし歯状電極部となる部分の断面図である。

#### 【0077】

図 4 に示す工程では、LiTaO<sub>3</sub> または LiNbO<sub>3</sub> からなる圧電基板 12 上

に、Ti層40をスパッタ法や蒸着法を用いて薄膜形成する。Ti層40は後にパターン形成されて、くし歯状電極部の第2下地層20, 24になる。Ti層40の成膜膜厚 $t_5$ は、3 nm以上で15 nm以下である。Ti層40の成膜後、Ti層40を大気中に暴露する。Ti層40を大気中に暴露することによって、Ti層40を酸化させることができる。

#### 【0078】

すると、Ti層40がTiのみからなる領域の上にTi酸化物が形成されたものになる。また、Ti層40中のTi酸化物の酸素含有量はTi層40の下面側から上面側に向かうにつれて徐々に増加している状態になる。Ti層40の上面に形成されるTi酸化物は非晶質に近い構造になっている。

#### 【0079】

次に、図5に示す工程において、Ta層41、CuM合金層42（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）、Cr層43を連続成膜する。なお、後述するパターン形成工程によって、Ta層41は第1下地層21, 25となり、CuM合金層42はCuM合金層22, 26となり、Cr層43は保護層23, 27になる。

#### 【0080】

本実施の形態の弾性表面波素子の製造方法では、Ti層40の上面に形成されるTi酸化物は非晶質に近い構造になっている。このため、Ti層40の上に積層されるTa層41がTiの結晶性の影響を受けにくくなる。すると、Ta層41の結晶粒径が小さくなって、さらに、Ta層41の上に積層されるCuM合金層42の結晶粒径が小さくなる。CuM合金層42の結晶粒径が小さくなると、CuM合金層42の(111)方位の結晶配向が強くなり、CuM合金層42のストレスマイグレーション耐性がより向上する。

#### 【0081】

本実施の形態では、CuM合金層42の結晶粒径を10 nm以上100 nm以下にすることが可能である。

#### 【0082】

なお、前記Ti酸化物の存在及び濃度勾配を検出する方法には、SIMS分析

装置や透過電子顕微鏡TEMによるナノビームEDX分析などがある。

#### 【0083】

ただし、Ti層40の大気暴露工程の温度、時間によって、Ti層40にTi酸化物が形成されなかったり、Ti層40の全てがTi酸化物となることもある。本発明での第2下地層は、その両方の状態を含む。

#### 【0084】

また、図1及び図2に示される弾性表面波素子を形成するときに、Ti層40の成膜後にTi層40を大気中に暴露せず、圧電基板12上に、Ti層40、Ta層41、CuM合金層42（ただし、元素MはAg、Sn、Cのいずれか1種または2種以上である）、Cr層43を連続成膜することもできる。Ti層40の上にTa層41を連続成膜したときには、当然Ti層は酸化されない。

#### 【0085】

Ti層40にTi酸化物が形成されなくても、Ti層40とTa層41の積層構造を形成することによって、CuM合金層42の(111)方位の結晶配向を強くさせることができる。Ti層40とTa層41の積層体の上に、積層されたCuM合金層42の(111)方位の結晶配向は、圧電基板12上にTa層41のみを介して成膜されたCuM合金層42の(111)方位の結晶配向より強くなっている。

#### 【0086】

次に、図6の工程に示されるように、マスク層44をレジストを用いたレジストフォトリソグラフィー及びエッチング工程によって、パターン形成する。なお、マスク層44は、図1に示されるくし歯状電極部13、14の平面形状と同じくし歯状にパターン形成される。

#### 【0087】

図7に示す工程では、マスク層44をマスクとして用いるドライエッチング法によって、CuM合金層42をくし歯状にパターン形成し、CuM合金層22及びCuM合金層26を形成する。CuM合金層42のエッチング工程において、Ta層41がエッチングストップ層として機能するため、Ta層41の下層に位置するTi層40や圧電基板12がエッチングによる損傷を受けることを防止で



きる。T a 層 4 1 をエッチングストップ層として機能させるためには、T a 層の膜厚を 5 nm 以上にする必要がある。

#### 【0088】

—さらに、マスク層 4 4 と、T i 層 4 0 及び T a 層 4 1 のマスク層 4 4 に覆われていない部分（間隔部 A）とを、ドライエッチング法によって同時に除去して、C u M 合金層 2 2 の下層に第 1 下地層 2 1 及び第 2 下地層 2 0 を、C u M 合金層 2 6 の下層に第 1 下地層 2 5 及び第 2 下地層 2 4 をパターン形成する。くし歯状にパターン形成された、第 2 下地層 2 0、第 1 下地層 2 1、C u M 合金層 2 2、保護層 2 3 が一方のくし歯状電極部 1 3 になり、第 2 下地層 2 4、第 1 下地層 2 5、C u M 合金層 2 6、保護層 2 7 がもう一方のくし歯状電極部 1 4 になる。

#### 【0089】

さらに、くし歯状電極部 1 3、1 4 に接続される接続電極部 1 5、1 6 を形成し、くし歯状電極部 1 3、1 4 及び接続電極部 1 5、1 6 が形成された圧電基板 1 2 を熱処理する。

#### 【0090】

熱処理が終了すると図 1 及び図 2 に示される弾性表面波素子が得られる。

本実施の形態の弾性表面波素子の製造方法では、弾性表面波素子のくし歯状電極 1 3、1 4 の材料に C u M 合金を用いているため、くし歯状電極部 1 3、1 4 のくし歯部 1 3 a、1 4 a を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合でも C u 原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。

#### 【0091】

本実施の形態のように、C u M 合金層 2 2、2 6 を有するくし歯状電極部 1 3、1 4 を形成すると、前記熱処理によって、C u M 合金の元素 M が結晶粒界に析出する。結晶粒界に析出した元素 M によって、C u 元素の粒界拡散が抑制され、くし歯状電極部の強度が向上する。すなわち、高周波信号が入力されて、弾性表面波素子の機械的振動が大きくなっても、くし歯状電極部 1 3、1 4 のストレスマイグレーションが抑えられ、破壊されにくくなる。また、C u の結晶粒の結晶配向性も向上する。さらに、くし歯状電極部 1 3、1 4 の抵抗値も小さくなる。

## 【 0 0 9 2 】

なお、元素Mは例えば、A gである。このとき、C u M合金層 2 2， 2 6 中の A g 含有量を 0． 5 質量％以上で 1 0 質量％以下、より好ましくは 0． 8 質量％以上で 1 0 質量％以下にすると、弾性表面波素子の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

## 【 0 0 9 3 】

また、前記熱処理の温度を 2 5 0℃以上で 3 0 0℃以下にすることより、弾性表面波素子 1 の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

## 【 0 0 9 4 】

また、C u M合金層 2 2， 2 6 の上にC r からなる保護層 2 3， 2 7 が形成されているため、C u M合金層 2 2， 2 6 の酸化及び腐蝕を抑えることができる。

## 【 0 0 9 5 】

なお、本実施の形態の製造方法を用いると、第 2 下地層 2 0， 2 4 を、T i のみからなる領域の上にT i 酸化物が形成されたものであって、T i 酸化物の酸素含有量は、第 2 下地層 2 0， 2 4 の下面側から上面側に向かうにつれて徐々に増加しているものにできる。

## 【 0 0 9 6 】

上記した本発明の弾性表面波素子の製造方法の実施の形態では、図 2 に示される第 2 下地層 2 0， 2 4 を有するくし歯状電極部 1 3， 1 4 を形成した。

## 【 0 0 9 7 】

図 3 に示される弾性表面波素子を形成するときには、図 4 に示す工程のT i 層 4 0 の成膜工程を省いて、圧電基板 1 2 上に直接T a 層 4 1、C u M合金層 4 2（ただし、元素MはA g、S n、C のいずれか 1 種または 2 種以上である）、C r 層 4 3 を連続成膜すればよい。

## 【 0 0 9 8 】

また、C u M合金層 4 2 の代わりにC u のみからなる層を形成してもよい。  
なお、図 1 に示された弾性表面波素子 1 1 は、一対の反射電極 1 9， 1 9 の間に、電極部 1 7、1 8 が図示 X 方向に 2 個並べられているものであるが、本発明の弾性表面波素子 1 1 は、一対の反射電極 1 9， 1 9 の間に電極部 1 7、1 8 が 1

個だけ形成されているものであってもよいし、一対の反射電極 19, 19 の間に電極部 17、18 が 3 個以上並べられているものであってもよい。

#### 【0099】

また、本発明の弾性表面波素子は、アンテナ共用器を構成する共振器、フィルタとして用いることに適性を有する。ただし、本発明の弾性表面波素子の用途は、アンテナ共用器に限られず共振器、フィルター一般に用いることができる

#### 【0100】

##### 【実施例】

##### (第1実施例)

圧電基板上に第1下地層、CuAg合金層、保護層が順に積層されたくし歯状電極部を形成し、第1下地層の膜厚とCuAg合金の(111)結晶配向性の関係を調べた。

#### 【0101】

LiTaO<sub>3</sub>からなる圧電基板上に、Taからなる第1下地層、CuAg合金層、Crからなる保護層をスパッタ成膜し、成膜後に熱処理を加えた。CuAg合金層の膜厚を80nm、保護層の膜厚を5nmに固定し、第1下地層の膜厚を5nmから15nmの間で変化させた。熱処理温度は275℃、熱処理時間は1時間である。成膜直後のCuAg合金の(111)結晶配向性と熱処理後の(111)結晶配向性をX線回折によって測定した。

#### 【0102】

結果を図8に示す。図8を見ると、Taからなる第1下地層がCuAg合金層の下層に形成されると、成膜直後及び熱処理後のいずれにおいても、CuAg層(111)ピークが現れることが分かる。

#### 【0103】

成膜直後の状態でCuAg層の結晶配向を測定すると、第1下地層の膜厚が5nmのとき、CuAg層の(111)結晶配向強度は約15kcpsである。第1下地層の膜厚を厚くしていくと、膜厚が10nmを越えたときに、CuAg層の(111)結晶配向強度が急激に大きくなる。なお、CuAg層の(111)結晶配向強度は、第1下地層の膜厚が10nmのとき約20kcpsであり、第

1 下地層の膜厚が 15 nm のとき約 60 kcps である。

#### 【0104】

また、図 8 から、熱処理を加えると、第 1 下地層の膜厚がいずれの大きさであっても、CuAg 層の (111) 結晶配向強度が成膜直後の状態よりもほぼ一定の大きさだけ強くなることが分かる。

#### 【0105】

第 1 下地層の膜厚が 5 nm のとき、熱処理後の CuAg 層の (111) 結晶配向強度は約 80 kcps である。そして、膜厚が 10 nm を越えたときに、CuAg 層の (111) 結晶配向強度が急激に大きくなる。なお、熱処理後の CuAg 層の (111) 結晶配向強度は、第 1 下地層の膜厚が 10 nm のとき約 100 kcps であり、第 1 下地層の膜厚が 15 nm のとき約 140 kcps である。

また、CuAg 層には、(111) 配向以外の配向は見いだされなかった。

#### 【0106】

(第 2 実施例)

圧電基板上に第 2 下地層、第 1 下地層、CuAg 合金層、保護層が順に積層されたくし歯状電極部を形成し、第 2 下地層の膜厚と CuAg 合金の (111) 結晶配向性の関係を調べた。

#### 【0107】

LiTaO<sub>3</sub> からなる圧電基板上に、Ti からなる第 2 下地層、Ta からなる第 1 下地層、CuAg 合金層、Cr からなる保護層をスパッタ成膜し、成膜後に熱処理を加えた。第 1 下地層の膜厚を 5 nm、CuAg 合金層の膜厚を 80 nm、保護層の膜厚を 5 nm に固定し、第 2 下地層の膜厚を 3 nm から 15 nm の間で変化させた。熱処理温度は 275℃、熱処理時間は 1 時間である。

#### 【0108】

成膜直後の CuAg 合金の (111) 結晶配向性と熱処理後の (111) 結晶配向性を X 線回折によって測定した。

#### 【0109】

結果を図 9 に示す。膜厚が 3 nm から 15 nm である、Ti からなる第 2 下地層が、第 1 下地層と CuAg 合金層の積層体の下層に形成されていると、成膜直

後、熱処理後のいずれにおいても、CuAg層の(111)結晶配向強度が100 kcps以上になることがわかる。特に、熱処理を施すといずれの膜厚においても、200 kcps以上の(111)結晶配向強度を示した。なお、膜直後、熱処理後のいずれにおいても、第2下地層の膜厚が5 nmのときに、(111)結晶配向強度が最も強くなっている。第2下地層の膜厚が5 nmのときの、(111)結晶配向強度は、成膜直後で約130 kcps、熱処理後で約300 kcpsである。

#### 【0110】

なお、第2下地層が第1下地層の下層に形成される本実施例のCuAg層の(111)結晶配向強度は、第1下地層が直接圧電基板上に積層される場合(実施例1)のCuAg層の(111)結晶配向強度より強くなっている。

#### 【0111】

このため、第2下地層と第1下地層の膜厚が小さくても、CuAg層の(111)結晶配向強度を大きくすることができ、くし歯状電極層の電極質量を軽量化できる。電極質量が軽くなると弾性表面波素子のQ値が大きくなり、高周波特性が向上する。

また、CuAg層には、(111)配向以外の配向は見いだされなかった。

#### 【0112】

(実施例1)及び(実施例2)において、CuAg層の(111)配向が強くなるのは、第1下地層が微細な結晶粒組織、いわゆる島状構造となるためであると考えられる。特に、第2下地層が第1下地層の下層に形成されると(実施例2)、第1下地層が直接圧電基板上に積層される場合(実施例1)よりも、第1下地層の島状構造がいつそう微細になるものと考えられる。

#### 【0113】

次に、図2に示される弾性表面波素子のくし歯状電極部を構成するCuAg合金層中のAg含有量及び弾性表面波素子の耐電力性との関係、及びくし歯状電極部形成後の熱処理温度と形成された弾性表面波素子の耐電力性との関係を調べた。

#### 【0114】

弾性表面波素子の耐電力性の測定には、弾性表面波素子に反共振周波数の入力信号を加えた状態で入力電力を段階的に増加させ、弾性表面波素子が破壊されたときの入力限界電力を測定するステップストレス試験法を用いた。

#### 【0115】

実験条件を以下に示す。 くし歯状電極部のくし歯部の幅寸法 $W$ ： $0.5\mu\text{m}$

くし歯状電極部のくし歯部の間隔幅 $P$ ： $0.5\mu\text{m}$

くし歯状電極部のくし歯部の長さ寸法 $L$ ： $100\mu\text{m}$

くし歯状電極部のCuAg合金層の膜厚： $80\text{nm}$

#### 【0116】

なお、圧電基板の材料はLiTaO<sub>3</sub>である。本実施例では、弾性表面波素子のストレスマイグレーションを最大にするために入力周波数を反共振周波数（本実施例では $1.8\text{GHz}$ から $2.0\text{GHz}$ までの適正な値）にしている。

#### 【0117】

結果を図10に示す。図10によると、Ag含有量が $0.8$ 質量%以上のCuAg合金層を有する弾性表面波素子を $250^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で熱処理すると、常温（ $25^{\circ}\text{C}$ ）状態で放置しておいた場合に比べて、入力限界電力が大きくなることが分かる。ただし、熱処理温度が $350^{\circ}\text{C}$ 以上になると、Ag含有量が $2.8$ 質量%のCuAg合金層を有する弾性表面波素子の入力限界電力が常温放置時の入力限界電力より小さくなる。また、熱処理温度が $375^{\circ}\text{C}$ になると、Ag含有量が $1.0$ 質量%のCuAg合金層を有する弾性表面波素子の入力限界電力も常温放置時の入力限界電力より小さくなる。

#### 【0118】

この結果から本発明の弾性表面波素子の製造方法では、くし歯状電極部が形成された弾性表面波素子の熱処理温度の好ましい範囲を $250^{\circ}\text{C}$ 以上 $300^{\circ}\text{C}$ 以下とした。

#### 【0119】

また、図10のグラフからCuAg合金層中のAg含有量が大きくなると、弾性表面波素子の入力限界電力も大きくなる傾向があることが分かる。

#### 【0120】

特に、CuAg合金層中のAg含有量が0.5質量%以上であると、弾性表面波素子の入力限界電力が1W以上となって、実用上好ましい耐電力性が得られる。

#### 【0121】

また、CuAg合金層中のAg含有量が10質量%以上になると、電極の電気抵抗が増大するために、弾性表面波素子の挿入損失が増し、高周波特性が著しく損なわれるので好ましくない。

#### 【0122】

従って、本発明の弾性表面波素子では、くし歯状電極部がCuAg層を有するとき、このCuAg層中のAg含有量の好ましい範囲を0.5質量%以上10質量%以下、より好ましくは0.8質量%以上10質量%以下とした。

#### 【0123】

以上本発明をその好ましい実施例に関して述べたが、本発明の範囲から逸脱しない範囲で様々な変更を加えることができる。

#### 【0124】

なお、上述した実施例はあくまでも例示であり、本発明の特許請求の範囲を限定するものではない。

#### 【0125】

##### 【発明の効果】

以上詳細に説明した本発明では、前記くし歯状電極部が、比抵抗が低くまた融点が高いCu層またはCuM合金層を有している。従って、くし歯状電極部を微細化しても抵抗増加を抑えることができ、また高周波化によって応力が増大した場合でもCu原子の移動が発生しづらく、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を向上させることができる。すなわち、本発明の弾性表面波素子は、入力信号の周波数が高くなり、また入力電圧が大きくなったときの挿入損失の増加、及び素子特性の劣化を抑え素子寿命を長くすることが出来る。

#### 【0126】

特に、本発明では、Cu層またはCuM合金層がTaからなる第1下地層の上に積層されているため、Cu層またはCuM合金層の結晶配向性の向上及び平

均結晶粒径の微細化を図ることができ、これによって弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性をよりいっそう向上させることができる。

【0127】

また、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性を効果的に向上させるために、本発明では、前記Cu層またはCuM合金層を(111)方位に結晶配向させることができる。

【0128】

さらに、前記Cu層またはCuM合金層の平均結晶粒径を10nm以上100nm以下の範囲にすることもできる。

【0129】

また、前記CuM合金層は、結晶構造が面心立方格子構造である結晶粒を有し、結晶粒界に元素Mが析出している構造にできる。

【0130】

元素Mが結晶粒界に析出することによって、Cu元素の粒界拡散を抑制し、くし歯状電極部の強度が向上する。すなわち、高周波信号が入力されて、弾性表面波素子の機械的振動が大きくなっても、くし歯状電極部のストレスマイグレーションが抑えられ、破壊されにくくなる。また、Cuの結晶粒の結晶配向性を向上する。さらに、くし歯状電極層の抵抗値も小さくなる。

【0131】

なお、元素Mは例えば、Agである。このとき、前記CuM合金層中のAg含有量が0.5質量%以上10質量%以下であると、弾性表面波素子の耐電力特性を効果的に向上させることができる。

【0132】

また、本発明では、前記第1下地層の下面に接する、Ti及び／またはTi酸化物からなる第2下地層を形成することにより、前記Cu層またはCuM合金層の(111)方位の結晶配向を強め、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性をよりいっそう向上させることができる。

【0133】

また、前記第2下地層と前記第1下地層を有する構成であると、前記第2下地



層と前記第1下地層の膜厚を小さくすることができ、くし歯状電極層の電極質量を軽量化できる。電極質量が軽くなると弾性表面波素子のQ値が大きくなり、高周波特性が向上する。

【0134】

また、前記第2下地層と前記Cu層または前記CuM合金層の間に前記第1下地層が介在していると、前記第2下地層の構成元素が前記Cu層または前記CuM合金層に拡散することが防止される。その結果、前記Cu層または前記CuM合金層は、材料が本来もつ低い比抵抗を維持でき、弾性表面波素子のQを高くできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態である弾性表面波素子の平面図、

【図2】

図1に示された弾性表面波素子の2-2線断面図、

【図3】

本発明の第2の実施の形態である弾性表面波素子のくし歯状電極部の断面図、

【図4】

図1及び図2に示された弾性表面波素子の製造工程を示す一工程図、

【図5】

図4の次に行なわれる一工程図、

【図6】

図5の次に行なわれる一工程図、

【図7】

図6の次に行なわれる一工程図、

【図8】

第1下地層、CuAg合金層、保護層が順に積層されたくし歯状電極部の第1下地層の膜厚とCuAg合金の(111)結晶配向性の関係を示すグラフ、

【図9】

第2下地層、第1下地層、CuAg合金層、保護層が順に積層されたくし歯状電

極部の第 2 下地層の膜厚と C u A g 合金の ( 1 1 1 ) 結晶配向性の関係を示すグラフ、

【図 1 0】

弾性表面波素子のくし歯状電極部を構成する C u A g 合金層中の A g 含有量及び弾性表面波素子の耐電力性との関係、及びくし歯状電極部形成後の熱処理温度と形成された弾性表面波素子の耐電力性との関係を示すグラフ、

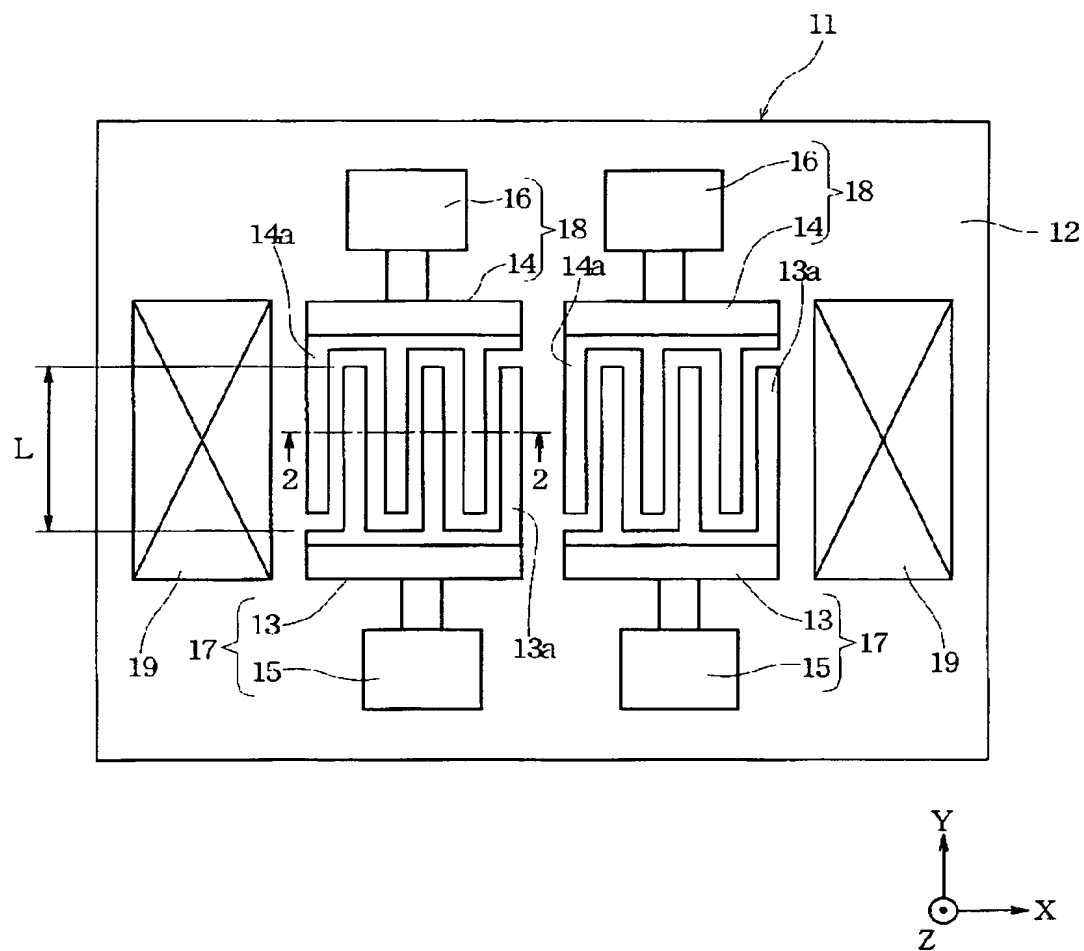
【符号の説明】

- 1 1 弾性表面波素子
- 1 2 圧電基板
- 1 3、1 4、3 2、3 3 くし歯状電極部
- 1 5、1 6 接続電極部
- 1 7、1 8 電極部
- 1 9 反射電極

【書類名】 図面

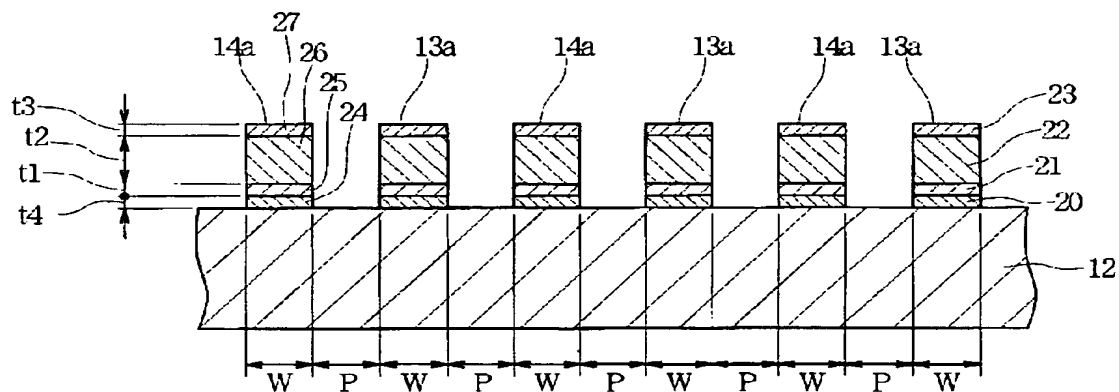
【図 1】

図 1



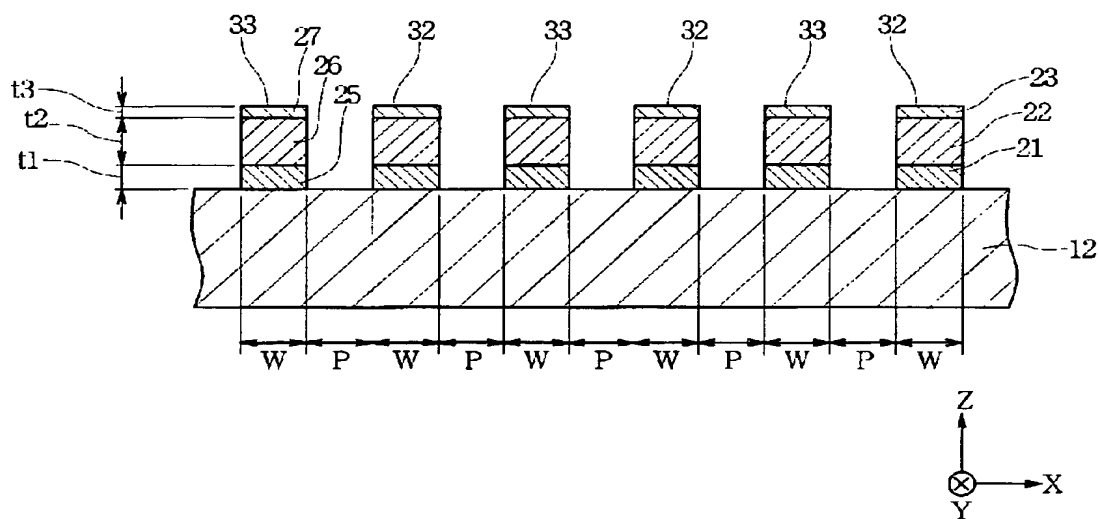
【図 2】

図 2



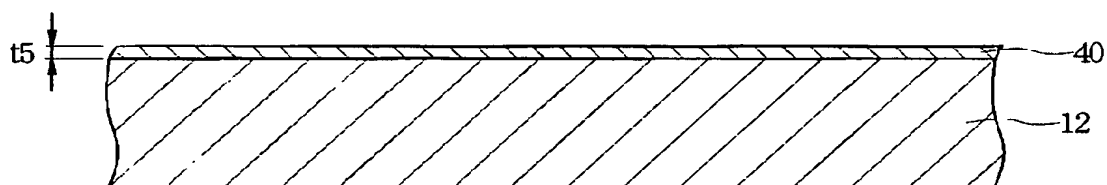
【図 3】

図 3



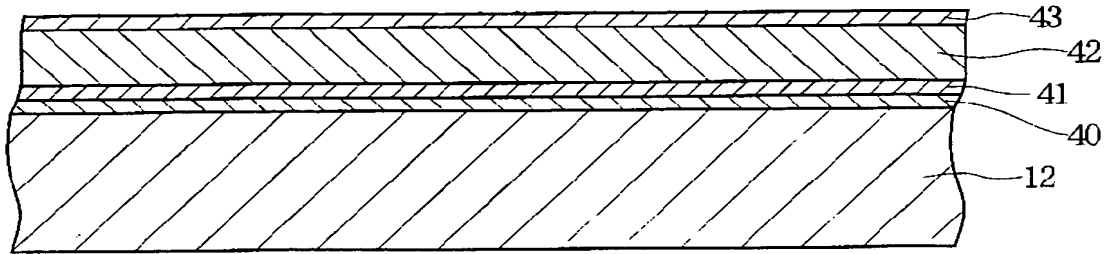
【図 4】

図 4



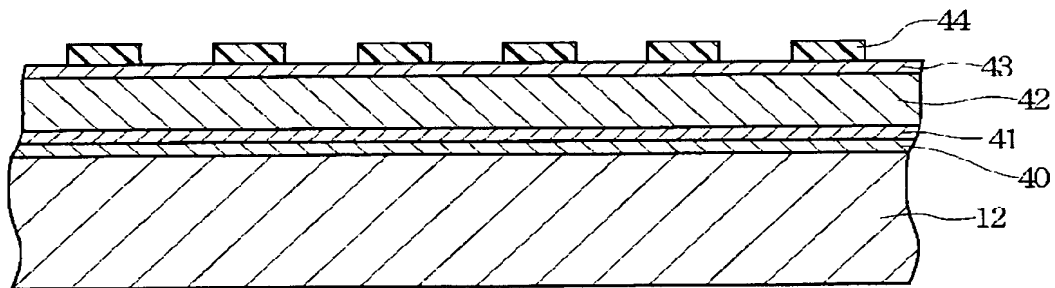
【図 5】

図 5



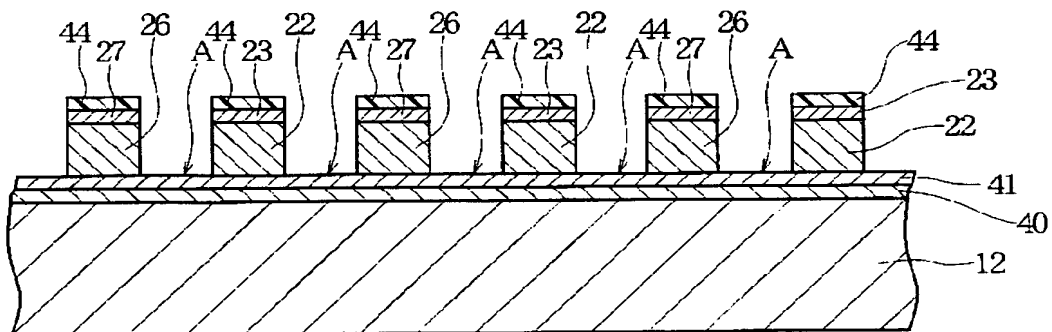
【図 6】

図 6

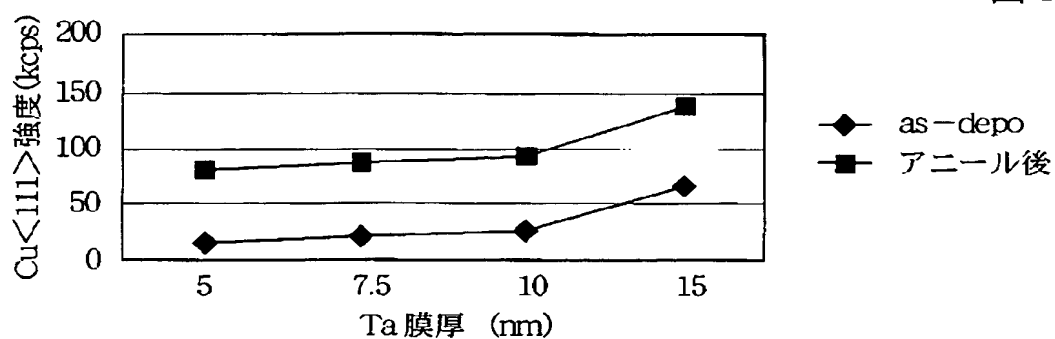


【図 7】

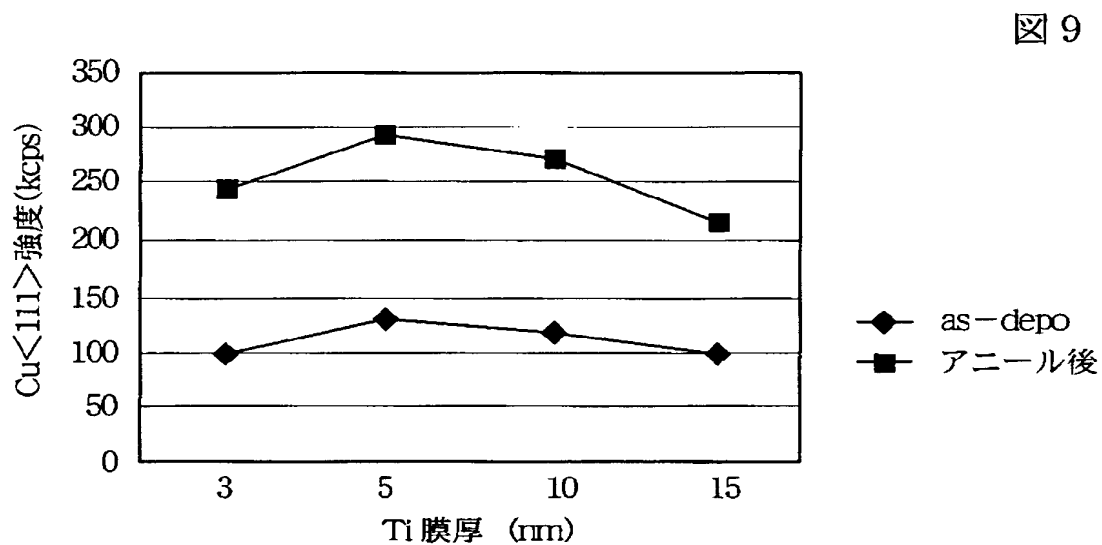
図 7



【図 8】

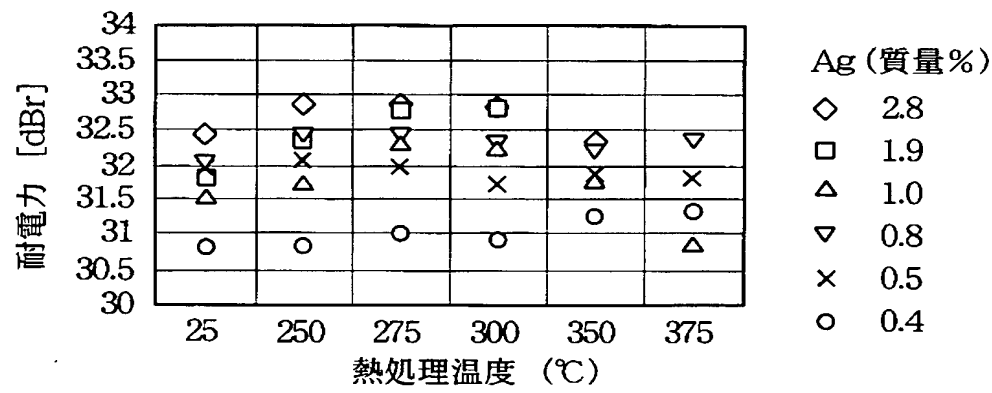


【図 9】



【図 1 0】

図 10



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐電力性の高い弾性表面波素子を提供する。

【解決手段】 弾性表面波素子のくし歯状電極部のくし歯部 1 3 a, 1 4 a を、T i からなる第 2 下地層 2 0、2 4、T a からなる第 1 下地層 2 1、2 5、C u M 合金層 2 2、2 6（ただし、元素 M は A g、S n、C のいずれか 1 種または 2 種以上である）の積層構造にする。これによって、C u M 合金層 2 2, 2 6 は（1 1 1）方位に配向した結晶性を有し、弾性表面波素子のストレスマイグレーション耐性が向上する。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 2 - 3 1 8 1 0 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 1 0 0 9 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区雪谷大塚町 1 番 7 号

氏 名

アルプス電気株式会社